

**IN THE UNITED STATES PATENT & TRADEMARK OFFICE**

Re: Application of: Manfred STUTE, et al.  
Serial No.: To Be Assigned  
Filed: Herewith as national phase of International Patent  
Application PCT/DE2003/004042, filed December 9, 2003  
For: **DEVICE FOR SUPPLYING AIR TO FUEL CELLS**

Mail Stop: PCT  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

June 13, 2005

**LETTER RE: PRIORITY**

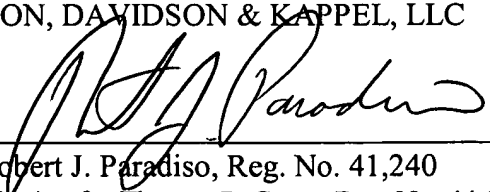
Sir:

Applicant hereby claims priority of German Application Serial No. DE 102 58 363.3,  
filed December 12, 2002, through International Patent Application Serial No.  
PCT/DE2003/004042, filed December 9, 2003.

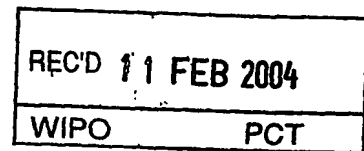
Respectfully submitted,

DAVIDSON, DAVIDSON & KAPPEL, LLC

By

  
Robert J. Paradiso, Reg. No. 41,240  
(signing for Thomas P. Canty, Reg. No. 44,586)

Davidson, Davidson & Kappel, LLC  
485 Seventh Avenue, 14th Floor  
New York, New York 10018  
(212) 736-1940



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 58 363.3  
**Anmeldetag:** 12. Dezember 2002  
**Anmelder/Inhaber:** DaimlerChrysler AG,  
Stuttgart/DE  
**Bezeichnung:** Vorrichtung zur Luftversorgung von  
Brennstoffzellen  
**IPC:** H 01 M, F 04 C

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 09. Januar 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

DaimlerChrysler AG

Lorenz  
12.12.2002Vorrichtung zur Luftversorgung von Brennstoffzellen

5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Luftversorgung von Brennstoffzellen nach der im Oberbegriff von Anspruch 1 näher definierten Art.

10 Aus der DE 197 55 116 C1 ist eine gattungsgemäße Vorrichtung zur Luftversorgung von Brennstoffzellen bekannt. Hierbei wird der Brennstoffzelle über einen Verdichter Luft zugeführt und anschließend in einem Expander expandiert. Dabei wird der Expander mit der Abluft eines ebenfalls der Brennstoffzelle nachgeschalteten katalytischen Brenners betrieben.

15 Problematisch bei diesen bekannten Luftversorgungseinheiten ist jedoch häufig die Tatsache, dass der Brennstoffzelle nicht genug Luft zugeführt werden kann und außerdem die Verdichter und die Expander schlechte Wirkungsgrade aufweisen.

20 Eine Pumpe zur Erzeugung von Druck oder Unterdruck ist aus der WO 00/57062 A1 bekannt.

25 Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zur Luftversorgung von Brennstoffzellen zu schaffen, die einen einfachen Aufbau aufweist und effektiv arbeitet.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die in Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

Die erfindungsgemäß als Klauenverdichter bzw. -expander mit jeweiligen Verdichter- bzw. Expanderrädern ausgebildeten Verdichter bzw. Expander der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Luftversorgung von Brennstoffzellen ermöglichen sehr hohe Verdichtungsverhältnisse und somit eine sehr gute Versorgung der Brennstoffzelle mit Frischluft. Dabei weisen sie einen einfachen Aufbau und eine zuverlässige Funktion auf.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie aus dem nachfolgend anhand der Zeichnung prinzipmäßig dargestellten Ausführungsbeispiel.

Dabei zeigen:

15

Fig. 1 eine Brennstoffzelle mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Luftversorgung;

20

Fig. 2 die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Luftversorgung in einem Schnitt;

Fig. 3 eine vergrößerte Darstellung einer Einheit aus Verdichter und Expander; und

25

Fig. 4 die Wirkungsweise des Verdichters der erfindungsgemäßen Vorrichtung;

30

Fig. 5 ein Diagramm, in dem das Drehmoment des Verdichters und des Expanders über dem Drehwinkel aufgetragen ist.

35

Fig. 1 zeigt in sehr schematischer Darstellung eine Brennstoffzelle 1, welche in an sich bekannter Weise einen Kathodenraum 2 und einen Anodenraum 3 aufweist. In nicht dargestellter, jedoch an sich bekannter Weise wird dem Anodenraum 3 ein wasserstoffhaltiges Gas zugeführt. Dem Kathodenraum 2 wird Luft bzw. Luftsauerstoff zugeführt, wozu eine nachfol-

gend detailliert beschriebene Vorrichtung 4 zur Luftversorgung der Brennstoffzelle 1 vorgesehen ist.

Die Vorrichtung 4 weist einen der Brennstoffzelle 1 vorgeschalteten Verdichter 5 und einen der Brennstoffzelle 1 nachgeschalteten Expander 6 auf. Die Art und Weise der Verbindung des Verdichters 5 und des Expanders 6 mit der Brennstoffzelle 1 ist nicht explizit dargestellt, kann jedoch beispielsweise durch gewöhnliche Leitungen erfolgen.

10

Wie ebenfalls in Fig. 1 erkennbar, ist der Verdichter 5 als Klauenverdichter ausgebildet und weist zwei Verdichterräder 7, 7' auf, die ihrerseits jeweils mit zwei Verdichterklaue 8, 8' versehen sind. Der Expander 6 ist im Prinzip identisch wie der Verdichter 5 aufgebaut und weist zwei Expanderäder 9, 9' auf, die wiederum mit jeweiligen Expanderklauen 10, 10' versehen sind. Durch die Rotation der Verdichterräder 7, 7' wird das an einem Zulauf 11 zu dem Verdichter 5 gelangende Gas mit einem Druck  $P_1$  angesaugt und auf einen an einem Ablauf 12 herrschenden Druck  $P_2$  verdichtet, was später noch näher erläutert wird. Mit dem Druck  $P_2$  wird das Gas der Brennstoffzelle 1 zugeführt. Nach der Brennstoffzelle 1 herrscht in dem Gas ein Druck  $P_3$ , mit dem das Gas dem Expander 6 an einem Zulauf 13 desselben zugeführt wird. Durch die Rotation der Expanderäder 9 wird das Gas auf einem Druck  $P_4$  entspannt, der an einem Ablauf 14 des Expanders 6 herrscht.

Hierbei geben die mit "A" bezeichneten Pfeile die jeweiligen Drehrichtungen der Verdichterräder 7, 7' und der Expanderäder 9, 9' an. Somit ist zu erkennen, dass der Verdichter 5 und der Expander 6 dieselbe Drehrichtung aufweisen. Um jedoch bei dem Verdichter 5 eine Verdichtung von dem Druck  $P_1$  auf den Druck  $P_2$  und bei dem Expander 6 eine Entspannung von dem Druck  $P_3$  auf den Druck  $P_4$  zu erreichen, weisen der Verdichter 5 und der Expander 6 einen spiegelverkehrten Aufbau auf.

Die Verdichtungsverhältnisse  $P_2/P_1$  und  $P_3/P_4$  sind im vorliegenden Fall durch die Geometrie der Verdichterräder 7, 7' und der Expanderräder 9, 9', also durch den Aufbau des Verdichters 5 und des Expanders 6, vorgegeben, sie können jedoch  
5 auch durch einen nicht dargestellten Mechanismus einstellbar sein.

Wie in Fig. 2 erkennbar, sind die Verdichterräder 7, 7' und die Expanderräder 9, 9' jeweils auf gemeinsamen Wellen 15,  
10 15' gelagert. Sowohl die Welle 15 als auch die Welle 15' ist jeweils mittels zweier Lagerelementen 16 und 17 bzw. 16' und 17' gelagert. Des weiteren sind die gemeinsamen Wellen 15 und 15' durch ein Synchronisationsgetriebes 18 verbunden, welches für einen Gleichlauf des Verdichterrads 7 mit dem Verdichter-  
15 rad 7' und des Expanderrads 9 mit dem Expanderrad 9' sorgt. Die Welle 15 ist mit einem Antriebsmotor 19 verbunden, der zum Antrieb der Vorrichtung 4 dient.

Bei der beschriebenen Vorrichtung 4, die eine Kombination aus  
20 dem Verdichter 5 und dem Expander 6 darstellt, wird das in dem Verdichter 5 verdichtete Gas dem Expander 6 zugeleitet, wo demselben durch Entspannung Restenergie entzogen wird. Durch die gemeinsame Lagerung führt der Expander 6 die zurückgewonnene Leistung direkt den beiden Wellen 15 und 15' zu  
25 und verringert somit die für den Verdichter 5 erforderliche Leistung des Antriebsmotors 19.

Wie aus Fig. 3 erkennbar, werden der Verdichter 5 und der Expander 6 mittels Expansionskühlung gekühlt. Zum einen befindet sich hierzu, wie in Fig. 2 erkennbar, der kühlere Expander 6 auf der Seite des Synchronisationsgetriebes 18. Des weiteren wird das Gas nach dem Verlassen des Expanders 6 zur  
30 Kühlung des Verdichters 5 sowie der sich daran anschließenden Lagereinrichtungen 16 und 16' verwendet. Um dies zu erreichen, sind im vorliegenden Fall der Verdichter 5 und der Expander 6 in einem gemeinsamen Gehäuse 20 untergebracht, welches doppelwandig ausgeführt ist.  
35

In Fig. 4 ist das Arbeitsprinzip des Verdichters 5 in insgesamt sechs Stufen dargestellt. In Stufe a) wird durch die Rotation der Verdichterräder 7, 7' gemäß dem Pfeil A das Volumen eines sich im Bereich des Zulaufs 11 sich befindlichen Schöpfraums 21 vergrößert und das Gas über den auch als Saugkanal bezeichneten Zulauf 11 angesaugt. Schritt b) zeigt einen durch die Rotation entsprechend vergrößerten Schöpfraum 21.

Durch die in Schritt c) dargestellte Trennung der Fördervolumina der beiden Verdichterräder 7, 7' ergibt sich eine isochore Förderung des Gases in Richtung der Druckseite bzw. dem Ablauf 12. Schritt d) zeigt die Vereinigung der beiden Volumina, die mit einer Verdichtung einhergeht. Das Gas kann den Verdichter 5 allerdings nicht verlassen, da das untere Verdichterrad 7' den Ablauf 12 verschließt. Erst wenn der Ablauf 12 freigegeben ist, wie in Schritt e) dargestellt, kann das vorverdichtete Gas ausgeschoben werden, wie dies in Schritt f) dargestellt ist. Auf diese Weise wird also das Gas von dem Druck  $P_1$  auf den Druck  $P_2$  verdichtet und in Richtung der Brennstoffzelle 1 gefördert.

In Fig. 2 ist erkennbar, dass die Verdichterräder 7, 7' eine erheblich größere Breite aufweisen als die Expanderräder 9, 9'. Damit ist auch der nicht dargestellte Schöpfraum des Expanders 6 kleiner als der entsprechende Schöpfraum 21 des Verdichters 5. Im allgemeinen beträgt die Größe des Schöpfraums des Expanders 6 das 0,3- bis 0,6-fache des Schöpfraums 21 des Verdichters 5.

Zur Herstellung der Verdichterräder 7, 7' und der Expanderräder 9, 9' können relativ einfache Herstellungsverfahren angewendet werden, weil im Gegensatz zu beispielsweise Schraubenverdichtern die Geometrie der Verdichterräder 7, 7' sowie der Expanderräder 9, 9' in axialer Richtung nicht verdreht ist. Da die Verdichtung, wie oben beschrieben, radial und nicht in

Achsrichtung erfolgt, ist die Länge bzw. Breite der Verdichterräder 7, 7' und der Expanderräder 9, 9' kleiner als ihr Durchmesser, so dass sich insbesondere bei mehrstufiger Anordnung von Verdichtern bzw. Expandern kompakte Bauformen realisieren lassen. Eine solche mehrstufige Bauform kann zur Realisierung größerer Druckdifferenzen oder zur Erzielung unabhängiger Volumenströme bei unterschiedlichen Einzeldrücken genutzt werden.

- 10 Fig. 5 zeigt einen Drehmomentverlauf des Verdichters 5 und des Expanders 6 über dem Drehwinkel der Verdichterräder 7, 7' bzw. der Expanderräder 9, 9'. Da der Verdichter 5 in Drehrichtung verdichtet während der Expander 6 in Drehrichtung expandiert und da, wie oben beschrieben, die Längen der Verdichterräder 7, 7' und der Expanderräder 9, 9' unterschiedlich sind, ergeben sich die dargestellten Drehmomentverläufe. Der Expander 6 ist dabei zunächst phasengleich zu dem Verdichter 5, wobei durch eine geeignete Winkelverschiebung sich die Differenz von maximalem zu minimalem Drehmoment um ca.
- 15
- 20 20% verringern lässt.



DaimlerChrysler AG

Lorenz  
12.12.2002Patentansprüche

- 5 1. Vorrichtung zur Luftversorgung von Brennstoffzellen, mit  
einem der Brennstoffzelle vorgeschalteten Verdichter und  
einem der Brennstoffzelle nachgeschalteten Expander,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
10 dass der Verdichter (5) als Klauenverdichter mit wenigstens  
zwei ineinandergreifenden Verdichterrädern (7,7')  
und der Expander (6) als Klauenexpander mit wenigstens  
zwei ineinandergreifenden Expanderrädern (9,9') ausgeführt  
ist.
- 15 2. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die Verdichterräder (7,7') und die Expanderräder  
(9,9') jeweils wenigstens zwei Verdichterklauen (8,8')  
bzw. Expanderklauen (10,10') aufweisen.
- 20 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die Verdichterräder (7,7') und die Expanderräder  
(9,9') jeweils auf gemeinsamen Wellen (15,15') gelagert  
25 sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die gemeinsamen Wellen (15,15') mit einem Synchroni-  
30 sationsgetriebe (18) verbunden sind.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Verdichter (5) und der Expander (6) dieselbe  
Drehrichtung (A) und einen spiegelverkehrten Aufbau auf-  
weisen.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die durch den Verdichter (5) und den Expander (6)  
erzeugten Verdichtungsverhältnisse ( $P_2/P_1$ ,  $P_3/P_4$ ) durch  
den Aufbau derselben festgelegt sind.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die durch den Verdichter (5) und den Expander (6)  
erzeugten Verdichtungsverhältnisse ( $P_2/P_1$ ,  $P_3/P_4$ ) ein-  
stellbar sind.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Schöpfraum des Expanders (6) kleiner ist als der  
Schöpfraum (21) des Verdichters (5).
9. Vorrichtung nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Größe des Schöpfraums des Expanders (6) das 0,3  
bis 0,6-fache des Schöpfraums (21) des Verdichters (5)  
beträgt.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Verdichter (5) und der Expander (6) mittels Ex-  
pansionskühlung gekühlt sind.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass zum Erreichen der Expansionskühlung des Verdichters

(5) und des Expanders (6) sich der Expander (6) auf der Seite des Synchronisationsgetriebes (18) befindet.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11,  
5        d a d u r c h     g e k e n n z e i c h n e t ,  
      dass das den Expander (6) verlassende Gas dem Verdichter (5) zugeführt wird.

13. Vorrichtung nach Anspruch 10, 11 oder 12,  
10        d a d u r c h     g e k e n n z e i c h n e t ,  
      dass der Verdichter (5) und der Expander (6) in einem gemeinsamen Gehäuse (20) untergebracht sind.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13,  
15        d a d u r c h     g e k e n n z e i c h n e t ,  
      dass das Gehäuse (20) doppelwandig ausgeführt ist.



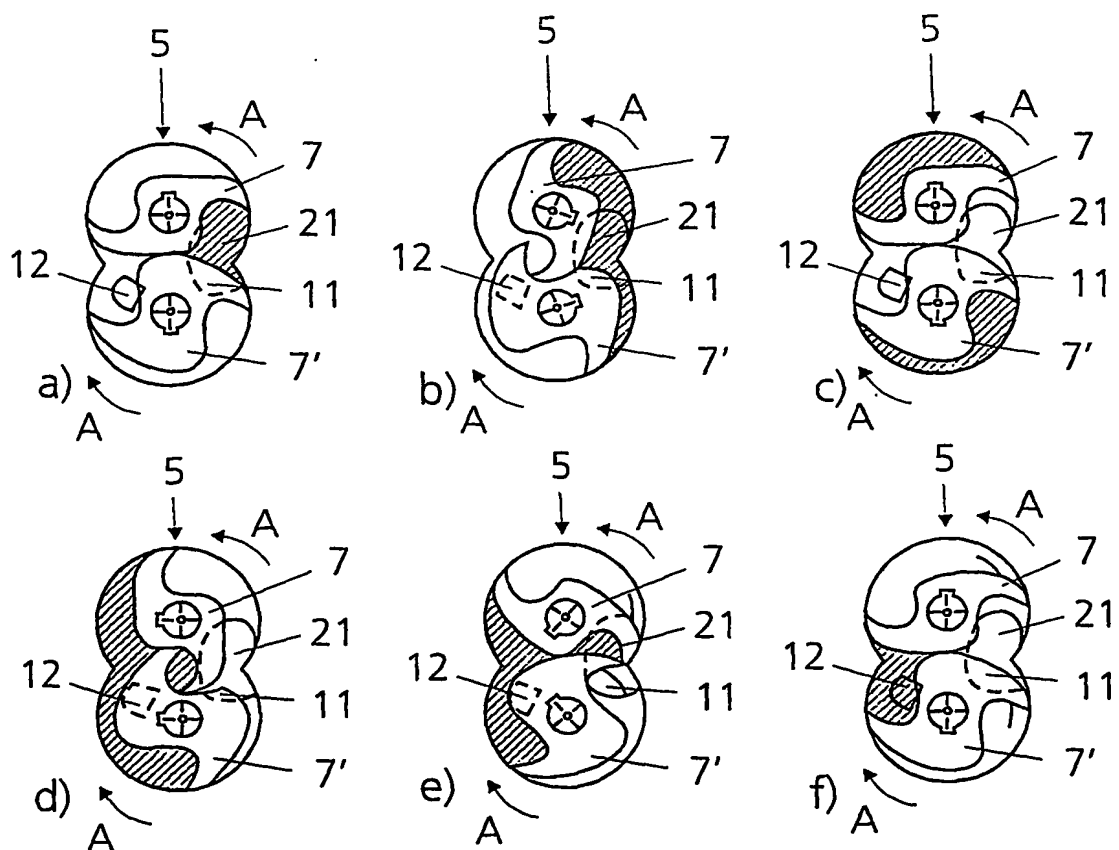
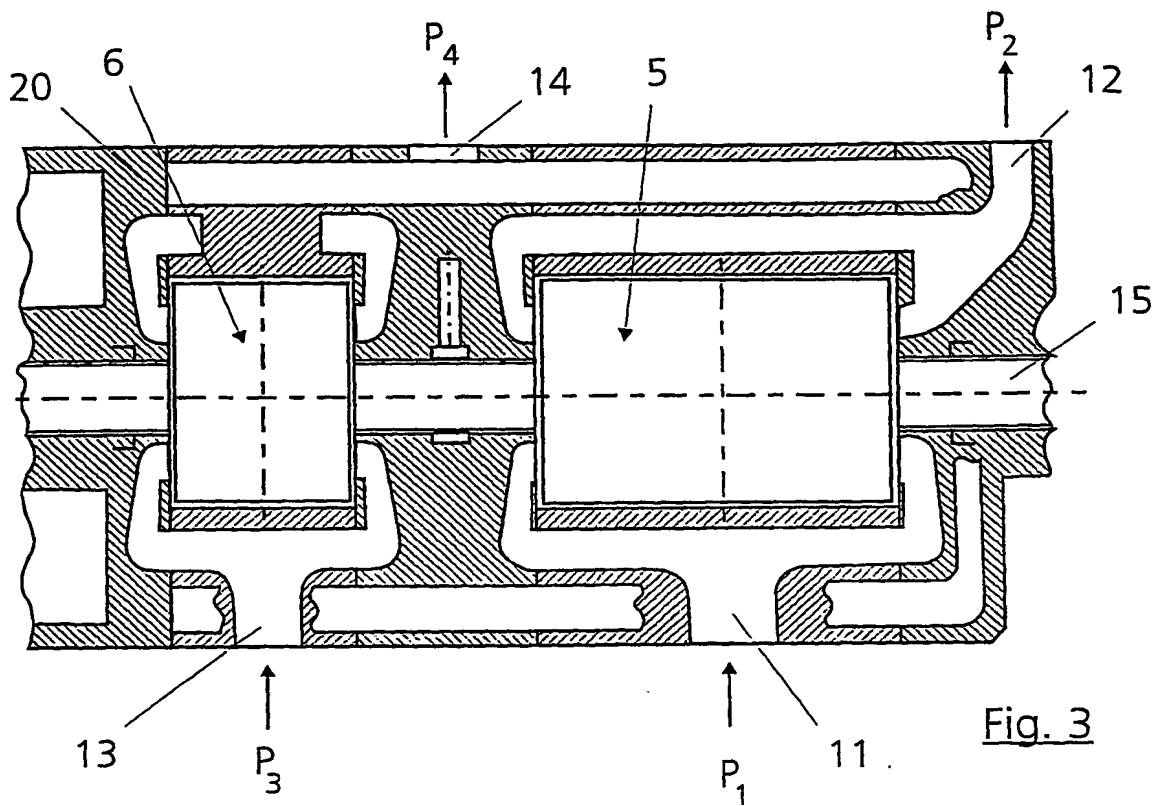


Fig. 4

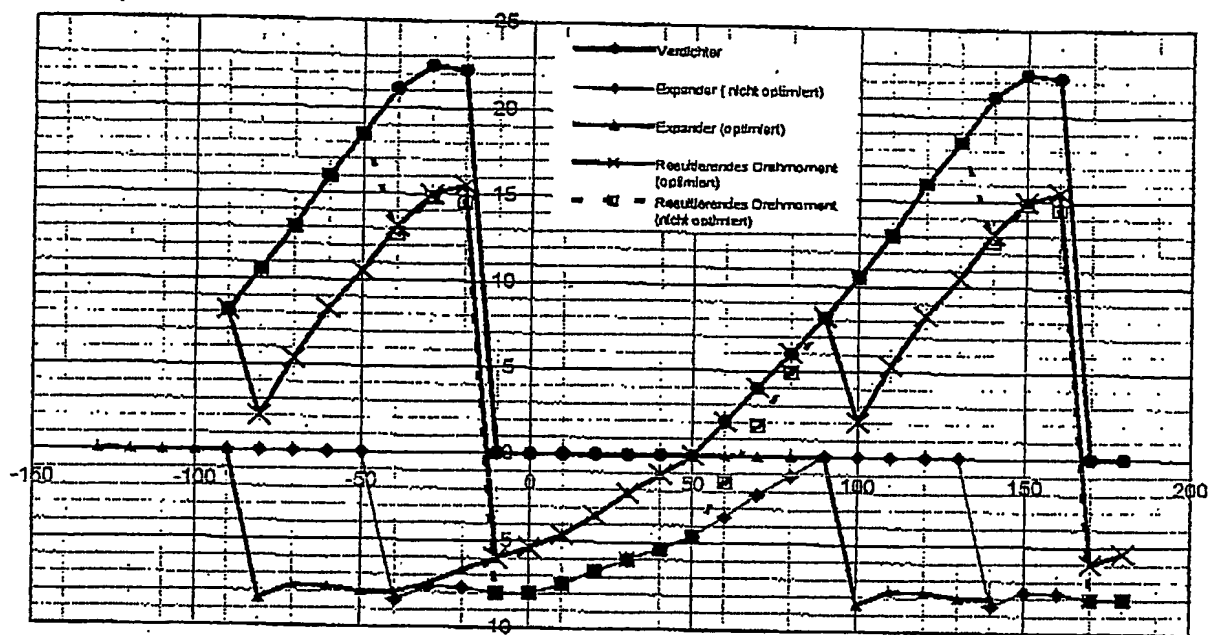


Fig. 5

DaimlerChrysler AG

Lorenz  
12.12.2002

Zusammenfassung

- 5 Eine Vorrichtung zur Luftversorgung von Brennstoffzellen  
weist einen der Brennstoffzelle vorgeschalteten Verdichter  
und einen der Brennstoffzelle nachgeschalteten Expander auf.  
Der Verdichter ist als Klauenverdichter mit wenigstens zwei  
ineinandergreifenden Verdichterrädern und der Expander ist  
10 als Klauenexpander mit wenigstens zwei ineinandergreifenden  
Expanderrädern ausgeführt.